

University of Groningen

Ontgronden versus Ontbossen

Ike, Paul

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1996

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Ike, P. (1996). *Ontgronden versus Ontbossen*. Rijksuniversiteit Groningen. Faculteit Ruimtelijke Wetenschappen.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Ontgronden versus bebossen

Paul Ike

Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen
Rijksuniversiteit Groningen
The Netherlands

Samenvatting

Om in de Nederlandse behoefte aan cementbeton te kunnen voorzien moet jaarlijks tussen de 110 tot 215 ha aan oppervlakedelfstoffen - betonzand, grind en kalksteen - worden gewonnen, zowel in Nederland als in het buitenland. Door het gebruik van alternatieve en secundaire materialen zal genoemde behoefte aan oppervlakedelfstoffen worden gereduceerd.

De laatste jaren gaan steeds meer stemmen op om over te gaan op bouwen in hout. Met name omdat hout een vernieuwbare grondstof is. Bovendien is het Nederlandse klimaat uitstekend geschikt om hout te laten groeien. De discussie of hout beter is dan beton is thans in volle gang. Waarschijnlijk zal hier nooit een eenduidig antwoord op kunnen worden gegeven.

In deze bijdrage wordt voorgerekend hoeveel oppervlakte aan bos moeten worden bijgeplant in Nederland indien wordt overgegaan op bouwen in hout. Afhankelijk van het vervangingspercentage beton/hout praten we over oppervlakten die voor Nederlandse begrippen onvoorstelbaar groot zijn. Omdat ruimte in Nederland erg schaars is, mag verwacht worden dat in de verre toekomst Nederland nooit zelfvoorzienend zal worden wat betreft bouwen in hout. We blijven aangewezen op de invoer uit bosrijke gebieden elders op de wereld. In vergelijking met ontgronden vergt houtbouw aanzienlijk meer ruimte. Over een periode van 100 jaar is voor houtbouw naar schatting 10 tot 60 maal zoveel ruimte nodig dan voor bouwen in beton. In dichtbevolkte gebieden als Nederland leidt dit tot problemen.

1. Inleiding

Om te kunnen bouwen in cementbeton moet er zand en grind en kalksteen (cement) worden gewonnen. Ook wordt in beton wapeningsstaal toegepast. Tegen genoemde ontgroningen is in Nederland veel verzet vanwege het ruimtebeslag dat hiermee gepaard gaat. Op veel plaatsen blijven waterplassen achter, omdat we bijvoorbeeld geen rotsen hebben die we tot steenslag kunnen verwerken.

Hout is een vernieuwbare grondstof en lijkt daardoor vanuit het oogpunt van duurzaamheid hoge ogen te gooien om cementbeton te vervangen. Hout kan - evenals vele oppervlakedelfstoffen - goed worden hergebruikt. Nederland heeft een gunstig klimaat om bomen te laten groeien. Vandaar dat beleid in gang is gezet om meer hout in de bouw te gaan gebruiken (zie Milieuberaad Bouw, 1995). In het Structuurschema Oppervlakedelfstoffen, waarin het rijksbeleid ten aanzien van de voorziening in oppervlakedelfstoffen is neergelegd/verwoord, wordt eveneens gesteld dat de rijksoverheid, ter vervanging van oppervlakedelfstoffen, het toepassen van vernieuwbare grondstoffen dient te bevorderen (zie Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1996, p. 6).

In deze bijdrage wordt ingegaan op een recente studie naar de ruimtelijke implicaties van bouwen in cementbeton versus bouwen in hout. Het is een verkennend onderzoek dat aan de Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen van de Rijksuniversiteit van Groningen is uitgevoerd (zie van Barneveld, et al, 1997). In genoemde studie wordt minimaal honderd jaar vooruitgeblikt.

In de volgende paragraaf wordt allereerst ingegaan op de oppervlakten die nodig zijn voor de winning van betonzand en betongrind. Vervolgens wordt in paragraaf drie aandacht besteed aan

het beleid ten aanzien van de voorziening in oppervlakedelfstoffen in Nederland. Daarna wordt in paragraaf vier de stand van zaken besproken met betrekking tot een 'milieuindex' voor bouwen in hout en bouwen in beton. In paragraaf vijf wordt de vervanging van beton door hout verder uitgewerkt. Hierbij wordt per sector van de bouwnijverheid bekeken in hoeverre beton door hout kan worden vervangen. Dit resulteert in maximale vervangingspercentages en verschillende substitutiefactoren voor de verschillende onderdelen van de bouw. In paragraaf zes worden de benodigde oppervlakten voor de winning van betonzand en betongrind en de benodigde oppervlakten aan bos voor houtbouw naast elkaar gezet. In paragraaf zeven wordt het benodigde ruimtegebruik van betonbouw en houtbouw nog eens nader bekeken in de vorm van een slotbeschouwing.

2. Ontgronden voor cementbeton

Sinds 1990 wordt in de Nederlandse bouwindustrie jaarlijks ongeveer 14,5 miljoen m³ cementbeton gebruikt (zie ENCI/VNC, jaarstatistieken, 's-Hertogenbosch). Hiervan wordt circa 8 miljoen m³ verwerkt in de vorm van betonmortel. In betonwaren wordt ongeveer 6,5 miljoen m³ per jaar gebruikt. Voor het samenstellen van cementbeton zijn betonzand, grind, kalksteen (cement) en water nodig. Gemiddeld wordt er 13 miljoen ton grind en 13 miljoen ton betonzand verwerkt in bovengenoemde hoeveelheden. Let wel, dit zijn gemiddelden. In betonmortel wordt, gemeten naar gewicht, aanzienlijk meer grind gebruikt dan in betonwaren.

Afhankelijk van de dikte van de grindlaag kan er in Nederland en de omliggende landen ongeveer 100.000 tot 225.000 ton riviergrind per hectare worden gewonnen. Dit betekent dat er per jaar respectievelijk 130 tot 58 hectare voor de vervaardiging van cementbeton moet worden ontgrond. Hierbij is aangenomen dat er riviergrind wordt gebruikt. Voor betonzand in riviergebieden kan een opbrengst van 150.000 tot 250.000 ton per hectare worden aangehouden. Voor de toepassing in cementbeton komt dit neer op ongeveer 86 tot 52 hectare ontgrond gebied per jaar. In totaal moet voor de aanmaak van cementbeton 215 ha (130+86) tot 110 ha (58+52) worden ontgrond indien de grondstoffen in riviergebieden worden gewonnen. De winning van kalksteen ten behoeve van de cement vergt aanzienlijk minder hectares en wordt in dit artikel voor het gemak buiten beschouwing gelaten. Gemiddeld wordt in bovengenoemde hoeveelheden cementbeton ongeveer 4,4 miljoen ton cement gebruikt.

3. Beleid ten aanzien van oppervlakedelfstoffen

De hoofddoelstelling ten aanzien van de oppervlakedelfstoffenvoorziening zoals die is verwoord in het Structuurschema Oppervlakedelfstoffen luidt als volgt:

'Het beleid van de rijksoverheid met betrekking tot de grondstoffenvoorziening voor de bouw heeft tot doel, om - op een maatschappelijk verantwoorde wijze - te voorzien in de behoefte van particulieren, bedrijven en overheid, door:

- 1) te bevorderen dat grondstoffen zo zuinig mogelijk worden gebruikt.
- 2) te bevorderen dat op een verantwoorde manier zo veel mogelijk secundaire grondstoffen worden ingezet.
- 3) te bevorderen dat meer vernieuwbare grondstoffen worden ingezet.
- 4) en te zorgen voor het tijdig winbaar zijn van een voldoende aandeel oppervlakedelfstoffen uit Nederlandse bodem in de totale bouwgrondstofvoorziening'.

Bij **punt 1)** moet bij de toepassing van cementbeton gedacht worden aan efficiënter construeren door bijvoorbeeld de toepassing van hoge-druksterkte-beton, het creëren van holle ruimten in constructieonderdelen, enz. Op deze punten is inmiddels enige ervaring opgedaan (zie Keijts, B., 1996). Op den duur zou het materiaalgebruik hierdoor wellicht met enige tientallen procenten omlaag kunnen. Het verlengen van de levensduur van een constructie, een grotere flexibiliteit in gebruik en demontabel bouwen zijn eveneens mogelijkheden om het gebruik van betonzand en grind te reduceren. Hiermee is nog weinig ervaring mee opgedaan. Dit vergt een zeer hoge organisatiegraad. Op de lange termijn zou hiermee veel winst behaalt kunnen worden.

De inzet van secundaire materialen onder **punt 2)** genoemd is inmiddels in gang gezet. In het Implementatieplan Bouw- en Sloopafval wordt gestreefd naar een hergebruik van 90% van het bouw- en sloopafval. In 1993 werd al 66% hergebruikt.

Met betrekking tot de onder **punt 3)** genoemde vergroting van de inzet van vernieuwbare grondstoffen zijn eveneens de eerste stappen gezet. Hout is van dit betreft de meest in het oog springende grondstof. Inmiddels is een actieplan opgesteld dat moet leiden tot het gebruik van 20% meer hout in de bouw in 2000 ten opzichte van 1990 (zie Milieuberaad Bouw, 1995). In 1990 werd 2.750.000 m³ hout in de bouw verwerkt (zie Milieuberaad Bouw, 1995, p. 10). Twintig procent meer komt overeen met 55.000 m³ hout. Twintig procent meer hout in de bouw lijkt veel, maar is relatief weinig, omdat het aandeel van hout in de bouw relatief gering is. Hierdoor zal hooguit slechts 110.000 m³ minder cementbeton worden gebruikt [1]. Dit is derhalve nog maar een druppel(tje) op een gloeiende plaat. Op de omrekeningsfactoren wordt in paragraaf 5 nader teruggekomen.

Ten aanzien van **punt 4)** kan worden vermeld dat in de toekomst de grindwinning in Nederland vrijwel geheel wordt afgebouwd, althans dat is het geformuleerde beleidsstandpunt in het Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen, deel 4 van 1996. Alleen ten behoeve van de regionale voorziening in de provincie Limburg zelf zal nog grind mogen worden gewonnen. Een 'voldoend aandeel' betekent in dit geval heel weinig. De consequentie is dat naar schatting per jaar 20 miljoen ton aan grind/steenslag moet worden ingevoerd, waarvan 13 miljoen ton nodig is voor de aanmaak van cementbeton. Ten aanzien van de winning van beton- en metselzand zijn er nog geen beperkingen opgelegd. Per jaar is er ook ongeveer 20 miljoen ton nodig. Nederland importeert circa 9 miljoen ton en exporteert ook 9 miljoen beton- en metselzand per jaar.

De toepassing van andere vergelijkbare materialen, zoals bijvoorbeeld steenslag in plaats van grind als toeslagmateriaal in cementbeton is in feite het verplaatsen van het (milieu)probleem. Bij de winning van steenslag zijn de ruimtelijke effecten overigens wel geheel anders. Het verwijderen van een stuk rots van vele tientallen meters hoogte heeft heel andere ruimtelijke implicaties dan de winning van riviergrind waarbij uiteindelijk waterplassen resteren.

4. Milieumaten

Oppervlaktedelfstoffen worden veelal niet tot de vernieuwbare grondstoffen gerekend. Dit is in zijn algemeenheid niet juist. Zand en klei worden wel degelijk nog meegevoerd door onze grote Europese rivieren en ook nog steeds afgezet. Het tempo van sedimentatie is echter veel te laag in vergelijking met de snelheid van winning. Veel zandwinlocaties staan bovendien niet in open verbinding met een rivier. Voor klei in de uiterwaarden is deze situatie gunstiger. Een afgetichelde laag klei kan na jaren opnieuw aanslibben, zodat opnieuw geoogst kan worden. Dit geldt echter niet voor klei in polders. Door vernieuwbare grondstoffen te gebruiken kunnen andere niet vernieuwbare grondstoffen worden gespaard. Dit is in beginsel een duurzame manier van grondstoffengebruik.

Vernieuwbare grondstoffen kunnen worden geoogst, zij groeien steeds weer aan. Een mooi voorbeeld hiervan is hout. Op grond hiervan lijkt het op het eerste oog logischer om zoveel mogelijk van betonbouw over te schakelen op houtbouw. De vraag die echter gesteld moet worden is of hout wel duurzamer is dan beton! Er zijn inmiddels verschillende methoden ontwikkeld om de mate van milieubelasting van materialen of producten te bepalen. Binnen het Milieuberaad voor de Bouw zijn in 1995 afspraken gemaakt over een systeem voor het bepalen van milieu-effecten van producten. Het Centrum voor Milieukunde in Leiden ontwikkelde hiervoor een gestandaardiseerde methodiek de zogenaamde Milieugerichte Levenscyclusanalyse van Producten (LCA). De LCA wordt berekend over de gehele levenscyclus of een deel ervan. Binnen de LCA worden vijf 'milieumaten' onderscheiden: uitputting grondstoffen, energie, emissies, afval en hinder. Per milieumaat worden verschillende van toepassing zijnde milieu-effecten onderscheiden. De effectscores moeten uiteindelijk worden gewogen teneinde te kunnen resulteren in één milieu-index. Bovenbeschreven methode sluit goed aan bij de ISO Standard 14040, serie Environmental Management, Life Cycle Assessment die in ontwikkeling is (zie Keijts, B., 1997).

De gebruikers hebben behoefte aan één getal. Helaas is het nog niet zo ver. Het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) werkt bijvoorbeeld aan een methode om zo goed mogelijk tot één milieu-index te komen. De huidige milieumaten roepen erg veel discussie op. Voor een paar producten is inmiddels geprobeerd de milieubelasting in beeld te brengen (zie van Barneveld, et al, 1997, p. 24). Ook is inmiddels een ontwerp voor een rekenmethode voor de kwantitatieve bepaling van de milieubelasting voor een gebouw ontwikkeld (zie Stichting Bouwresearch, 1996). Locatiegebonden milieuproblemen zijn hierbij buiten beschouwing gebleven. Daarnaast zijn bijvoorbeeld kalksteen en klei niet bij de uitputtingscores meegenomen omdat deze grondstoffen niet schaars zouden zijn (zie Stichting Bouwresearch, 1996, p. 49 en p. 52). Ten tijde van het schrijven van dit onderdeel waren nog geen uitkomsten beschikbaar voor het geval dat een huis in beton danwel hout zou zijn gebouwd.

Gezien de complexiteit lijkt het niet waarschijnlijk dat er zeer binnenkort een standaard voorhanden is. Er kan bovendien niet gesproken worden over 'de' milieumaat voor cementbeton of hout. De milieumaat zal in beginsel in eerste instantie per betonproduct of houtproduct moeten worden bekeken. Hierdoor is het vooralsnog onmogelijk om een antwoord te geven op de vraag of bouwen in hout duurzamer is dan bouwen in beton.

In deze bijdrage wordt in de volgende paragrafen één van de vele milieueffecten die een rol spelen bij de LCA eruit gelicht, namelijk het ruimtegebruik. Het ruimtegebruik als gevolg van de winning van zand en grind voor cementbeton en het ruimtegebruik in het geval cementbeton wordt vervangen door hout worden in de volgende paragrafen naast elkaar gezet.

5. Vervanging beton door hout

De praktijk in Nederland en andere landen heeft al eeuwen bewezen dat allerlei bouwconstructies goed in hout zijn uit te voeren. Dit geldt voor woningen, kantoren, loodsen, bruggen, bruggen, enz. Dat er in Nederland relatief weinig hout gebruikt wordt heeft onder andere te maken met de huidige beton-traditie in de architectuur. Hout heeft bovendien nog steeds een imago van onderhoudsgevoelig en relatief duur. Door een betere detaillering van de constructieonderdelen en het gebruik van minder schadelijke impregneermiddelen hebben houten constructies echter veel minder onderhoud nodig. Wanneer hout niet wordt blootgesteld aan weer en wind en/of vochtige grond vormt aantasting geen probleem. Hout dat wordt blootgesteld aan weer en wind moet nu nog geïmpregneerd en onderhouden worden. In de toekomst zullen vrijwel zeker milieuvriendelijker methoden worden gebruikt om het rotten van hout te voorkomen. Veelbelovend is het zogenaamde Platoproces (PLATO = providing lasting advanced timber option). Met het gepatenteerde Platoproces worden zonder milieuonvriendelijke chemicaliën zachte houtsoorten als vuren en populier tot rotvrij constructiehout verduurzaamd (zie Biersma, 1997). De meeste constructies kunnen tegenwoordig in hout worden uitgevoerd door lamineren en vingerlassen, verbeterde detaillering en verbindingstechnieken en door prefab-elementen. In paragraaf vier is benadrukt dat de LCA-systematiek nog in een ontwikkelingsfase verkeerd en dat in zijn algemeenheid geen uitspraak kan worden of hout beter is dan beton. Het impregneren en het onderhoud van hout maakt onderdeel uit van de verschillende milieu-effecten binnen vijf genoemde milieumaten van de LCA-methodiek en moet in samenhang daarmee worden beoordeeld.

Teneinde een vergelijking te kunnen maken tussen hout en beton is in Tabel 1 kolom (b) allereerst het berekende betonverbruik per sector van de bouwnijverheid vermeld. De hoeveelheden zijn berekend op basis van statistieken van de cementindustrie zelf en CBS-productiestatistieken van de betonwarenindustrie en betonmortelindustrie (zie van Barneveld, et al, 1997, p. 35).

Er bestaan verschillende methoden om *woningen* in hout te bouwen, zoals bijvoorbeeld massieve houtbouw en houtskeletbouw. In Nederland wordt slechts 5 tot 6% van de nieuwbouwwoningen in houtskeletbouw uitgevoerd (zie Stam, B., 1997). Dit is een heel laag percentage in vergelijking met Zweden en de USA, waar respectievelijk 90% van de eengezinswoningen en 90% van de laagbouw in houtskeletbouw wordt uitgevoerd (zie Zweeds-Finse houtinformatie, 1996). Hout als

constructiemateriaal heeft zijn beperkingen. Gebouwen hoger dan vier bouwlagen zijn moeilijk in hout te realiseren vanwege de stijfheid van de constructie als geheel. Hierdoor is ongeveer 13% van de woningen niet in hout te bouwen (zie CBS, 1994). Dit betekent dat 87% van de woningen wel in hout kan worden gebouwd, zie Tabel 1, kolom (d).

Bouwsector	Betongebruik	Betongebruik per sector	Maximum vervanging	Substitutie- factor
(a)	in m ³ /jaar (b)	in % (c)	in % (d)	beton/hout (e)
Woningbouw	4.870.000	34	87	2,5
Utiliteitsbouw	5.860.000	40	73	2,4
GWV-1	550.000	04	50	1,5
GWV-2	3.220.000	22	00	0,0
Totaal	14.500.000	100	x	x
Gewogen gemiddelde	x	x	61	1,9

GWV-1 = Kunstwerken, beschoeiingen en oeververdediging.
GWV-2 = Straataanleg, buizen, e.d.

Bron: Van Barneveld, e.a. 1997

Tabel 1 *Het absolute en relatieve betongebruik per sector van de bouwnijverheid, het maximale vervangingspercentage en de substitutiefactor betonvolume/houtvolume*

In eerdergenoemd onderzoek is voor een standaardwoning een vergelijking gemaakt van de hoeveelheid beton en de hoeveelheid hout indien de woning in beton respectievelijk houtskeletbouw wordt uitgevoerd. In een standaardwoning gaat ongeveer 48,5 m³ beton terwijl voor houtskeletbouw ongeveer 19,5 m³ hout nodig is (zie van Barneveld, 1997, p. 37). Constructies van beton zijn meestal massiever dan constructies van hout. Houten wanden en vloeren kunnen bestaan uit stijl- en regelwerk met daarover een beplating van hout. Hierdoor is het benodigde volume aan hout minder dan het benodigde volume aan beton. De substitutiefactor bedraagt voor woningen ongeveer $48,5 / 19,5 = 2,5$ (zie Tabel 1, kolom (e)).

Voor gebouwen in de *utiliteitsbouw* is min of meer eenzelfde benadering gevolgd om de substitutiefactor beton/hout te berekenen. Hierbij is een onderscheid gemaakt in hallen en loodsen, kantoren, een combinatie van bedrijfshallen met een kantoor, schuren en stallen, scholen en overige gebouwen. Het totale betonvolume is over de categorieën verdeeld na rato van het vloeroppervlak. Er zijn steeds drie mogelijkheden bekeken: a) geen vervanging mogelijk, b) alleen vervanging van de dragende opbouw en c) vervanging van alle betonnen elementen door hout. Uit de berekeningen kwam naar voren dat 73% van het beton vervangen zou kunnen worden door hout, zie Tabel 1, kolom (d). De substitutiefactor beton/hout bleek 2,4 te bedragen, zie Tabel 1, kolom (e) (zie van Barneveld, et al, 1997, p. 42).

In de *grond- weg, en waterbouw* (GWV) wordt ongeveer 26% van de totale hoeveelheid beton gebruikt. Hiervan wordt 22 % verwerkt in strataanleg, wegenbouw, buizen en hulpstukken, zie Tabel 1, kolom (c). Genoemde onderdelen zijn vrijwel niet in hout te vervangen, zie Tabel 1, GWV-2, kolommen (d) en (e). De overige 4% van het beton in de GWV-sector wordt verwerkt in kunstwerken, beschoeiingen en oeververdediging (GWV-1). Van oudsher wordt er altijd al hout gebruikt in deze sector. Sinds 1995 mag in Nederland alleen nog maar hardhout uit duurzaam beheerde tropische regenwouden geïmporteerd worden. Hierdoor is het houtgebruik in deze sector enigszins onder druk komen te staan. In de totale waterbouwsector wordt naar schatting 'slechts' 100.000 m³ hardhout gebruikt. Met merendeel van de bruggen in Nederland heeft een kleine overspanning en zijn daardoor goed in hout uit te voeren. Recent zijn in Nederland twee houten tuijbruggen voor voetgangers en fietsers gebouwd met een breedte van 3,5 meter en een overspanningen van 50 en 2x45 meter (zie Meyer, T., 1997). In het eerstgenoemde voorbeeld heeft de opdrachtgever op basis van kostenoverwegingen niet gekozen voor de ontwerpen in staal en beton. In Tabel 1, kolom (d) is ervan uitgegaan dat 50% van deze werken vervangen zou kunnen worden door hout. De substitutiefactor beton/hout is op 1,5 geschat.

6. Ruimtegebruik

Met behulp van de in de vorige paragraaf berekende substitiefactoren beton/hout kan op eenvoudige wijze berekend worden door hoeveel m³ hout de in Tabel 1 vermelde totale hoeveelheid beton van 14.500.000 m³ mogelijk vervangen kan worden. Daartoe is Tabel 1 allereerst het gewogen gemiddelde maximale vervangingspercentage berekend. De percentages betongebruik per sector zijn hier als wegingsfactor gebruikt. Het gemiddelde vervangingspercentage bleek 61% te bedragen, zie Tabel 1. Op dezelfde wijze is een gewogen gemiddelde substitutiefactor berekend van 1,9 (zie Tabel 1, kolom (e)). Als wordt uitgegaan van een maximaal vervangingspercentage van 61% kan de laatstgenoemde hoeveelheid beton dus vervangen worden door $(14.500.000 * 0,61) / 1,9 = 4.650.000$ m³ hout. Genoemde hoeveelheden zijn op jaarbasis.

De houtoogst in een Nederlands bos bedraagt voor naaldhout ongeveer 5 m³/ha/jaar, voor hard loofhout 3,5 m³/ha/jaar en voor zacht loofhout 7,3 m³/ha/jaar (zie Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1992, p. 86). Wanneer het bos eenmaal volgroeid is kan de bijgroei oplopen tot gemiddeld 9,0 m³/ha/jaar. Indien wordt uitgegaan van een gemiddelde van 5 m³/ha/jaar is ongeveer $4.650.000 / 5 = 930.000$ ha bos nodig, zie Tabel 2, kolom (d). Hierbij is ervan uitgegaan dat in de toekomst het bouwvolume ongeveer hetzelfde blijft.

Hout- vervangings- scenario (a)	Halvering bouwvolume		Bouwvolume 1990-1995		Verdubbeling bouwvolume	
	Benodigd bos in ha (b)	Percentage Nederlands grondgebied (c)	Benodigd bos in ha (d)	Percentage Nederlands grondgebied (e)	Benodigd bos in ha (f)	Percentage Nederlands grondgebied (g)
10%	080.000	(1,9%)	150.000	(3,7%)	310.000	(7,5%)
35%	270.000	(6,6%)	530.000	(13,1%)	1.070.000	(26,2%)
61%	470.000	(11,5%)	930.000	(22,8%)	1.860.000	(45,6%)

Bron: Van Barneveld, e.a. 1997

Tabel 2 *Het benodigde additionele bos-oppervlakte indien 10%, 35% of 61% van het beton vervangen wordt door hout. Tussen haakjes: het bos-oppervlakte uitgedrukt in percentages van het Nederlands grondgebied*

Omdat moeilijk te voorspellen is op welk niveau het bouwvolume in de zeer verre toekomst zal begeven zijn ook scenario's opgesteld voor een halvering en een verdubbeling van het bouwvolume, zie Tabel 2, kolommen (b)/(c), (d)/(e) en (f)/(g). Er blijkt een lineair verband tussen de bouwinvesteringen en het verbruik van beton in Nederland [2]. Op grond hiervan is verondersteld dat het verbruik van beton op dezelfde wijze fluctueert als bouwvolume (investeringen). Daarnaast is ook nog eens gevarieerd in het vervangingspercentage. Het is immers de vraag of het maximale vervangingsniveau van 61 % ooit gehaald wordt. Derhalve zijn vervangingspercentages aangehouden van 10%, 35% en 61%, zie Tabel 2, kolom (a). Tabel 2 geeft dus de additionele benodigde bos-oppervlakten weer voor de verschillende vervangings-scenario's en bouw-scenario's.

De totale oppervlakte van Nederland bedraagt ongeveer 4.100.000 ha. Hiervan is thans circa 2.400.000 ha in gebruik als agrarisch gebied (zie CBS, 1995, p. 28). Van het agrarisch gebied is slechts 335.000 ha bebost. Dit betekent dat ongeveer 8% van Nederland bebost is. In Tabel 2 is voor de verschillende scenario's tussen haakjes het percentage van het Nederlands grondgebied weergegeven dat additioneel moet worden bebost om in de verschillende gevallen beton te kunnen vervangen door hout dat in Nederland geproduceerd wordt. In verhouding tot het agrarisch gebied in Nederland is het berekende bos-areaal in Tabel 2 zeer aanzienlijk.

7. Slotbeschouwing

In Tabel 3 zijn naast de benodigde oppervlakten aan hout eveneens de bijbehorende benodigde oppervlakten voor de winning van betonzand en betongrind weergegeven, zie Tabel 3, kolommen

(c), (e) en (g). De variatie in deze oppervlakten is weer een gevolg van de mogelijke verschillen in laagdiktes waarin zand en grind in de bodem worden aangetroffen.

Benadrukt dient te worden dat in deze bijdrage alleen cementbeton in beschouwing is genomen. Indien wordt overgegaan op houtbouw moeten in beginsel ook het gebruik van kalkzandsteen en bakstenen onder de loep worden genomen. Jaarlijks is in Nederland ongeveer 5 miljoen ton aan kalkzandsteenzand nodig. Dit is relatief gering in vergelijking met de 26 miljoen ton aan betonzand en betongrind, maar zeker niet verwaarloosbaar. Voor de grofkeramische industrie wordt jaarlijks in Nederland ongeveer 2,5 miljoen m³ aan klei worden gewonnen. Indien deze producten ook - gedeeltelijk - vervangen zouden worden door hout, stijgt het berekende bos-areaal in Tabel 2 en 3.

Bij de berekening van de oppervlakten aan zand en grind in Tabel 3 is *geen* rekening gehouden met veranderingen als gevolg van de toekomstige inzet van secundaire materialen, alternatieve materialen, zuiniger construeren, enz. Hierdoor zullen de te ontgronden oppervlakten aanzienlijk gereduceerd kunnen worden in de toekomst. In Tabel 3 wordt het bos-areaal over een periode van meer dan 75 jaar beschouwd. Binnen een dergelijk tijdsbestek kunnen er grote veranderingen plaatsvinden. In het Structuurschema Oppervlakedelfstoffen deel 4 wordt voor de periode 2000-2011 er reeds van uitgegaan dat 1,4 miljoen ton beton- en metselzand - dit is 5,5% van het betonzandverbruik en 4,5 miljoen ton grind - dit is 18,4% van het grindverbruik - zal worden vervangen door secundaire materialen (zie Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1996, p. 12). In de verre toekomst zullen de in Tabel 3 genoemde te ontgronden oppervlakten hierdoor vrijwel zeker gereduceerd worden. Ook wanneer in Nederland vrijwel volledig zal worden overgegaan op bijvoorbeeld steenslag ter vervanging van de grovere fracties in het beton, blijven de berekeningen voor vervanging van het beton door hout de in Tabel 3 genoemde hoeveelheden bos in beginsel geldig. Het bos-areaal in Tabel 3 wordt gereduceerd indien mocht blijken dat de milieumaat van beton opgebouwd uit secundaire materialen veel gunstiger uitpakt dan de milieumaat voor een constructie in hout.

Hout- vervangings- scenario (a)	Halvering bouwvolume		Bouwvolume 1990-1995		Verdubbeling bouwvolume	
	Benodigd bos in ha (b)	Benodigde ha voor beton in ha/jaar (c)	Benodigd bos in ha (d)	Benodigde ha voor beton in ha/jaar (e)	Benodigd bos in ha (f)	Benodigde ha voor beton in ha/jaar (g)
00%	000.000	55-108	000.000	110-215	000.000	220-430
10%	080.000	50-97	150.000	99-194	310.000	198-388
35%	270.000	36-70	530.000	72-140	1.070.000	144-280
61%	470.000	22-42	930.000	43-84	1.860.000	86-168

Bron: Van Barneveld, e.a. 1997

Tabel 3 *Het benodigde additionele bos-oppervlakte indien 10%, 35% of 61% van het cementbeton vervangen wordt door hout, met daarnaast de benodigde oppervlakten voor de winning van zand en grind voor beton zonder rekening te houden met vervanging door alternatieve en secundaire materialen.*

Stel dat de komende 100 jaar wordt doorgegaan met bouwen in beton op een niveau zoals we dat in de jaren '90-95 hebben gekend. Stel tevens dat het zand en het grind daarvoor wordt gewonnen langs de rivieren in Nederland en de ons omringende landen. Dan is daarvoor naar schatting 11.000 tot 21.500 ha nodig, zonder rekening te houden met de inzet van alternatieve en secundaire materialen. Deze te ontgronden oppervlakten vallen in het niet vergeleken met de grote oppervlakten bos die moeten worden aangeplant, zie Tabel 3. Qua oppervlakte valt deze vergelijking in het voordeel uit van beton. Dit wordt nog gunstiger indien ook rekening wordt gehouden met de inzet van secundaire en alternatieve materialen.

In vergelijking met de ons omringende landen is Nederland met 364 inwoners per km² het dichtst bevolkte land van Europa. Hierdoor is de grond schaars en relatief duur. Indien wordt uitgegaan van de hogere hout-vervangings-percentages - tot 61% - zal Nederland vrijwel zeker niet zelfvoorzienend kunnen worden in de verre toekomst. Dit betekent dat hout zal moeten worden

ingevoerd. Daar komt nog bij dat thans onder de huidige economische omstandigheden nieuwe produktiebossen alleen maar mogelijk zijn dankzij subsidies. Subsidies voor hout en heffingen op oppervlaktedelfstoffen kunnen het beeld in de toekomst drastisch wijzigen. Ondanks dit lijkt het niet waarschijnlijk dat bijvoorbeeld de helft (!) van het agrarisch gebied in Nederland wordt bebost.

De ons omringende landen hebben relatief veel meer bossen. Duitsland, Frankrijk hebben bijvoorbeeld respectievelijk 10.500.000 ha en 14.850.000 ha bos (zie CBS, 1995, p. 28). Dit komt neer op respectievelijk 0,13 ha/inwoner en 0,25 ha/inwoner (zie CBS, 1995, p. 28). In Nederland bedraagt dit kental slechts 0,02 ha bos/inwoner (zie Stichting Bos en Hout, 1995). Dit is overigens vergelijkbaar met de hoeveelheid bos per inwoner in het Verenigd Koninkrijk (0,04 ha bos/inwoner). Indien Nederland zelfvoorzienend zou moeten worden, zal dit kental bijvoorbeeld moeten stijgen naar (bestaand 335.000 ha + additioneel 930.000 ha) / 15.500.000 inwoners = 0,08 ha bos/inwoner.

Mogelijke toekomstige verschuivingen in het gebruik van bouwstoffen zullen waarschijnlijk op internationaal niveau plaatsvinden. Als er in ons land meer hout zal worden gebruikt in de bouw zal dit naar alle waarschijnlijkheid ook in de ons omringende buurlanden gebeuren. Dit betekent dat landen als Frankrijk, Duitsland en Groot-Brittannië zeer waarschijnlijk niet als houtleverancier voor Nederland zullen gaan fungeren omdat ze het hout zelf nodig zullen hebben. Het hout zal waarschijnlijk worden ingevoerd uit de bosrijke gebieden, zoals bijvoorbeeld Scandinavië. Landen waar relatief weinig mensen wonen en relatief veel hout kan worden geproduceerd komen hiervoor als eerste in aanmerking. De Scandinavische landen - Noorwegen, Zweden en Finland - beschikken over ongeveer 60.000.000 ha bos op 18 miljoen inwoners. Per inwoner is dat 3,35 ha! Gezien het feit dat andere landen in Europa over veel minder bos beschikken, lijkt het wenselijk om eens te onderzoeken of Europa ooit zelfvoorzienend kan worden, indien in de Europese bouw massaal zou worden overgestapt op houtbouw.

Het ziet er naar uit dat in Europa op internationaal niveau een proces gaande is waarbij steeds meer oppervlaktedelfstoffen uit dunbevolkte gebieden geëxporteerd worden naar dichtbevolkte gebieden. Voor hout is dit proces al lang geleden in gang gezet. Wat dit aspect betreft verschilt de produktie van hout niet van de winning van oppervlaktedelfstoffen.

Indien in de toekomst riviergrind en mogelijk zelfs grof rivierzand vervangen gaan worden door gebroken rots zal dit - gemeten in hectares - een gunstig effect hebben op het ruimtebeslag. Recent zijn ook nieuwe breektechnieken ontwikkeld waardoor het breken van rots 50% minder energie zou vergen (Zie Cobouw, 18-03-1997). Hierdoor zou in vergelijking met hout het gebruik van steenslag in beton wel eens gunstiger kunnen uitpakken. De ontwikkeling van nieuwe technieken zullen tot gevolg hebben dat steeds opnieuw de milieumaten van de betreffende bouwstoffen moeten worden aangepast. Hierdoor is het in de verre toekomst heel erg moeilijk te voorspellen welke bouwstof de voorkeur zal genieten.

Literatuur

Barneveld, van D., et al, (1997), De ruimtelijke implicaties van houtbouw versus betonbouw, Faculteit der Ruimtelijke Wetenschappen, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

Biersma, R., (1997), Nu kan het regenwoud blijven, een revolutionaire methode om hout te verduurzamen, in: NRC Handelsblad, 3-4-1997, p. 18.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), (1994), Woningbehoeften onderzoek 1993/1994, Voorburg/Heerlen.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), (1995), Statistisch Jaarboek, Voorburg/Heerlen.

ENCI/VNC, jaarstatistieken, 's-Hertogenbosch.

Keijts, B. (1996), Beton B85 doet het vooralsnog niet slecht, in: Land en Water, nummer 7/8, 1996.

Keijts, B. (1997), Milieumaten zetten bouwwereld op z'n kop, in: Land en Water, nummer 3, 1997.

Meyer, T. (1997), Tuibruggen Assen en Grubbenvorst, in: Houtblad, nummer 2, 1997, pag. 6 e.v.

Milieuberaad Bouw (1995), Actieplan voor een 20%-toename van hout in de bouwsector, Publikaties Milieuberaad Bouw R12, december 1995.

Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (1992), Evaluatie Meerjarenplan Bosbouw 1986-1991, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1994), Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen, Deel 1, Ontwerp Planologische Kernbeslissing, Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1996), Structuurschema Oppervlaktedelfstoffen, Deel 4, Planologische Kernbeslissing, Den Haag.

Stichting Bos en Hout (1995), Kerngegevens Bos en Hout in Nederland, Wageningen, mei 1995.

Stichting Bouwresearch, Eco-Quantum, Eindrapport: Ontwerp van een rekenmethode voor de kwantitatieve bepaling van de milieubelasting van een gebouw.

Stam, B. (1997), Houtskeletbouw is serieuze optie in de Nederlandse woningbouw, in: Technisch Weekblad, 15 januari 1997, p. 3.

Zweeds-Finse houtinformatie (1996), Houtskeletbouw in Nederland, Amsterdam.

Noten

[1] Hierbij is ervan uitgegaan dat 1 m³ hout 2 m³ beton vervangt.

[2] Verbruik van beton 1986-1994 (1.000 m³):
12.500-12.200-14.200-14.400-14.670-14.511-14.453-13.660-15.516 * 1.000 m³.
Investerings 1986-1994 (miljoen gulden in prijzen 1990):
49.630-50.600-55.530-56.760-56.810-56.810-58.030-56.020-57.050 miljoen gulden.
Het lineair regressie model is als volgt:
Beton = 0,2537 * Invest. R = 0,88; Durbin-Watson = 1,9; T-stat. = 84,9; 2-tail sig. = 0.0000.